

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 119240

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 04.07.77 (P. 199399)

Pierwszeństwo: _____

Int. CI.⁸ F26B 3/04

Zgłoszenie ogłoszono: 07.05.79

Opis patentowy opublikowano: 10.01.1984

Twórca wynalazku: Stanisław Masłyk

Uprawniony z patentu: Przedsiębiorstwo Wdrażania i Upowszechniania
Postępu Technicznego i Organizacyjnego „Pos-
teor”, Oddział w Poznaniu, Poznań (Polska)

Sposób równowagowego suszenia zwłaszcza skurczliwych materiałów porowatych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób równowago-
wego suszenia, zwłaszcza skurczliwych materiałów
porowatych, odnoszony do stanu równowagi termo-
dynamicznej materiału suszonego i jego otoczenia
w urządzeniu technologicznym.

Znane są sposoby suszenia skurczliwych materia-
łów porowatych, polegające na podgrzewaniu tych
materiałów przez cały okres suszenia przy tempe-
raturze czynnika suszącego wyższej od temperatury
materiału suszonego średnio co najmniej o 10°C.
W sposobach tych, znanych również z polskich opi-
sów patentowych nr nr 44771, 55934, 56326 oraz
77583 ogrzewanie materiału suszonego w czasie pro-
cesu prowadzi się przy stosunkowo dużych efek-
tywnych różnicach temperatur czynnika suszącego
i materiału suszonego.

W efekcie silnie wzrasta wartość energii we-
wnętrznej układu termodynamicznego, zwłaszcza jej
składnika entropowego. Odbywa się to między inny-
mi kosztem strat egzergii układu trójfazowego i wy-
nika głównie z obecności w suszonym materiale
systemu por zawierających wodę, która zwiększa
swą objętość w wyniku procesu ogrzewania, wy-
nika również ze zmieniającej się równowagi fazowej
układu — ciało stałe — ciecz — para. Zewnętrznym
przejawem tych procesów jest powstawanie uszko-
dzeń materiału suszonego w rezultacie rozrywania
izolowanych układów por i termodyfuzji cząsteczek
wody, wywołujących pęknięcia i deformacje ma-
teriału. Stanowi to niewątpliwe wady tych zna-

2

nych procesów, których dodatkową techniczną wadą
jest strata znacznych ilości ciepła przeznaczonego
na przyrost temperatury wszystkich ciał uczestni-
czących w procesie suszenia, który teoretycznie uj-
mując odbywa się w wyniku podwyższania entropii
układu a praktycznie prowadzi się poprzez dostar-
czanie energii cieplnej w formie spalin i/lub innych
czynników suszących.

Sposób suszenia przedstawiony w polskim opisie
patentowym nr 44771 stanowi próbę częściowego
usunięcia znanych wad i niedogodności — prowa-
dzony on jest poprzez ogrzewanie suszonego mate-
riału i środka suszącego do wysokich temperatur,
przy czym w początkowej fazie suszenia układ zbli-
ża się do stanu równowagi, znacznie przesuniętej
w rezultacie ogrzewania, poprzez wprowadzenie
pary wodnej lub odparowanie wody oraz uśrednie-
nie składu fazy gazowej poprzez wymuszenie jej
cyrkulacji w komorze suszarniczej. Sposób ten wy-
maga zużycia dodatkowej energii na wytwarzanie
pary lub na odparowanie wody i cyrkulację fazy
gazowej, co stanowi jego wadę.

W sposobie suszenia przedstawionym w opisie
patentowym nr 55934, w stadium początkowym pro-
cesu również podwyższa się temperaturę układu,
stosując jako czynnik suszący powietrze dodatkowo
nasycone specjalnie doprowadzoną parą wodną
W dalszych etapach, suszenie prowadzi się bez
dostarczania dodatkowych ilości ciepła, wykorzy-
stując tylko ciepło dostarczone w początkowym sta-

3

dium procesu. Wadą tego sposobu jest konieczność stosowania złożonego, kosztownego systemu ogrzewania dla umożliwienia jego szybkiego, elastycznego oraz okresowego uruchamiania i wyłączania. Ponadto w początkowym stadium suszenia również konieczne jest dostarczenie znacznych ilości ciepła niezbędnego do podgrzania układu suszonego, komory suszarniczej i wytworzenia pary wodnej.

Główna wada wszystkich znanych dotąd sposobów polega na tym, że energia wewnętrzna zakumulowana w suszonym materiale każdorazowo jest jeszcze zwiększana podczas procesu suszenia — poprzez grzanie suszonych materiałów — przez co następuje ich pękanie oraz uzyskuje się małą sprawność energetyczną procesu suszenia.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu suszenia pozbawionego dotychczasowych wad i niedogodności, zapewniającego jednocześnie znaczne zmniejszenie zużycia energii, poprawę jakości suszonych materiałów i wyrobów oraz zwiększającego sprawność energetyczną procesu suszenia w stosunku do procesów według znanych sposobów suszenia, a także skrócenia czasu suszenia.

Istota sposobu według wynalazku polega na prowadzeniu procesu suszenia materiałów i wyrobów, odnoszonego do stanu równowagi termodynamicznej, za pomocą gazowego czynnika suszącego, korzystnie w sposób ciągły, oraz na zapewnieniu takich warunków odgraniczenia fazy ciekłej w suszonym materiale od fazy gazowej jego otoczenia, że może być wykonywana praca mechaniczna czynnika termodynamicznego zarówno na układzie jak też przez układ, dla zapewnienia wymiany ciepła i masy wody między suszonym materiałem i jego otoczeniem w urządzeniu technologicznym tak, że mimo występowania podczas procesu suszenia zmian wielkości entropii każdej z części tego układu, przyrost entropii grzania całego układu zachowawczego może być równy zero, dając możliwie maksymalną sprawność energetyczną równą jedności.

Uzyskuje się to przez prowadzenie procesu suszenia materiałów i wyrobów na drodze grzania, albo ziębienia, albo kolejno grzania a po pewnym czasie ziębienia, albo odwrotności tego sposobu lub kombinacji podanych procesów, przy czym dla zapewnienia optymalizacji suszenia dla każdego z tych sposobów wystarcza mały wzrost lub spadek temperatury czynnika suszącego względem danego poziomu odniesienia temperatury, korzystnie do $+1^{\circ}\text{C}$ podczas procesu grzania i/lub do -1°C podczas procesu ziębienia. Umożliwia to przemianę energii wewnętrznej suszonego materiału na sposób pracy objętościowej, w postaci przemiany fazowej cieczy w parę, przy czym nie zaleca się prowadzenia procesu ziębienia poniżej temperatury odniesienia materiału wynoszącej $+1^{\circ}\text{C}$.

Zaletą sposobu według wynalazku jest możliwość intensywnego suszenia w suszarni sztucznej, bez doprowadzania ciepła z wartościowego źródła, albo przy doprowadzaniu małej jego ilości oraz nieoczekiwane wielokrotne skrócenie czasu suszenia w porównaniu do znanych sposobów. Dodatkową zaletą jest możliwość stosowania tego sposobu suszenia w istniejących urządzeniach technologicznych.

Nieoczekiwanie okazało się, że korzystne skutki z zastosowania sposobu według wynalazku polegają

4

na oszczędności nawet całej energii grzania w przypadku suszenia poprzez ziębienie materiałów, lub znacznych jej ilości przy pozostałych sposobach suszenia. Ponadto wyeliminowano pękanie i deformowanie materiałów i wyrobów suszonych oraz uzyskano znaczne zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska naturalnego i wyeliminowanie lub znaczne zmniejszenie zużycia paliw kopalnianych.

Przykład. Przy zastosowaniu równowagowego sposobu suszenia wyrobów ceramiki budowlanej w znanej suszarni komorowej, komorę suszarni napełnia się świeżo wyformowanymi wyrobami, posiadającymi temperaturę około 30°C i wilgotność względną około 20%, znanym sposobem. Zamyka się drzwi komory i uruchamia się wentylator cyrkulacyjny celem równomiernego nasycenia zamkniętego w komorze — wraz z wyrobami — powietrza do wilgotności równowagowej w sposób znany. Z kolei otwiera się przepustnicę wywiewną komory uzyskując połączenie przepływowe na zasadzie wdmuchu z otoczenia suszonych wyrobów wewnątrz komory posiadającego wilgotność względną około 100% i temperaturę nieco niższą od początkowej, około 30°C , do otoczenia zewnętrznego komory posiadającego wilgotność na przykład około 70% i temperaturę około 10°C .

Następnie otwiera się przepustnicę nawiewną komory celem umożliwienia dopływu powietrza zewnętrznego do wnętrza komory w ilości zapewniającej oziębienie wsadu, korzystnie o 1°C . Brakującą ilość czynnika suszącego do wymuszanej wentylatorem cyrkulacji wewnątrz komory z określoną wydajnością tego wentylatora cyrkulacyjnego jest czerpana przez ten wentylator znanym sposobem recyrkulacji czynnika suszącego, bezpośrednio z przestrzeni roboczej komory suszarni. Stopień recyrkulacji można regulować znanym sposobem dla- wienia przepływu w części nawiewnej i części wywiewnej komory suszarni jednocześnie lub w jednej z tych części, w zależności od aktualnych warunków wymiany ciepła i masy wilgoci z otoczeniem zewnętrznym suszarni.

W miarę upływu czasu suszenia stopień recyrkulacji czynnika suszącego może być regulowany znanymi sposobami. Skutkiem tego, przy końcu czasu suszenia uzyskuje się stopień wysuszenia wyrobów powietrzem zewnętrznym o podanych wyżej parametrach, dla których względna wilgotność równowagowa gliny wynosi 6%. Z kolei można włączyć ogrzewanie z wartościowego źródła ciepła celem dalszego zwiększenia efektywnego niedosytu suszarnianego gazowego czynnika suszącego i uzyskać bezwzględną wilgotność równowagową suszonych wyrobów równą wilgotności względnej wynoszącej 0%.

Czas suszenia sposobami równowagowego suszenia według wynalazku, w porównaniu z czasami suszenia znanymi sposobami, mają się do siebie jak malejące liczby naturalne szeregu od 4 do 1 (lub jak 4 inne bezwzględne jednostki czasu). Oznacza to, że jeżeli optymalny czas suszenia materiału znanym sposobem w suszarni sztucznej wynosi przykładowo cztery doby, wówczas trzy doby wynosi optymalny czas suszenia w przypadku grzania sposobem według wynalazku, albo jedną dobę wynosi optymalny czas suszenia w przypadku ziębienia, albo stanowi średnią arytmetyczną, czyli wówczas dwie

5

doby wynosi czas suszenia sposobem według wynalazku o zmiennej sekwencji grzania i ziębienia.

Sposób według wynalazku może znaleźć szerokie zastosowanie w suszarnictwie na przykład ceramiki budowlanej, materiałów ogniotrwałych, materiałów drzewnych i dewnopocho-dnych, jak również w odlewnictwie przy suszeniu i regeneracji mas formierskich oraz w innych dziedzinach gospodarki

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób równowagowego suszenia, zwłaszcza skurczliwych materiałów porowatych prowadzony w pobliżu stanu równowagi termodynamicznej układu, **znamienny tym**, że na suszony materiał działa się gazowym czynnikiem ogrzewającym, wystarczająco o temperaturze wyższej od każdego z poziomów temperatury otoczenia materiału suszonego. korzystnie wyższj do $+1^{\circ}\text{C}$, przy czym proces prowadzi się tak, że sumaryczne zmiany entropii grzania są większe od zera, lecz mniejsze od stosowa-nych w dotychczas znanych sposobach.

6

2. Sposób równowagowego suszenia, zwłaszcza skurczliwych materiałów porowatych prowadzony w pobliżu stanu równowagi termodynamicznej, **znamienny tym**, że na suszony materiał działa się gazowym czynnikiem oziębiającym, wystarczająco o temperaturze niższej od każdego z danych poziomów zerowych stanowiących temperatury otoczenia materiału suszonego podczas procesu, korzystnie niższej do -1°C , przy czym proces prowadzi się tak, że sumaryczne zmiany entropii grzania układu są równe zero, umożliwiając uzyskanie sprawności egzergetycznej równej jedności.

3. Sposób równowagowego suszenia, zwłaszcza skurczliwych materiałów porowatych prowadzony w pobliżu stanu równowagi termodynamicznej układu, **znamienny tym**, że na suszony materiał działa się gazowym czynnikiem początkowo ogrzewającym, a następnie czynnikiem oziębiającym lub odwrotnie, wystarczająco o temperaturze wyższej lub niższej od każdego z poziomów temperatury otoczenia materiału suszonego podczas procesu, korzystnie odpowiednio wyższej lub niższej do $\pm 1^{\circ}\text{C}$.